

VŠB- Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Konstrukční návrh skládací kotoučové pily
Mechanical Design of a Folding Circular Saw

Student :

Michal Polášek

Vedoucí bakalářské práce :

Ing. Tomáš Kubín, Ph.D.

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Polášek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení
Téma: **Konstrukční návrh skládací kotoučové pily**
Mechanical Design of a Folding Circular Saw

Zásady pro vypracování:

Navrhněte kotoučovou pilu (cirkulárku), která bude mít nastavitelnou výšku řezu a skládací konstrukci. Součástí pily bude kolébka, stůl a nastavitelná vodítka. Možnost použít pilové kotouče v rozsahu 300 až 600mm (průměr otvoru 30mm). Pohon elektromotorem. Proveďte návrh pohonu a celé konstrukce s ohledem na nízké výrobní náklady.

Seznam doporučené odborné literatury:

- KALAB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: Části spojovací*. 1. vydání VŠB-TU Ostrava, 2007, 91s. ISBN 978-80-248-1290-8
KALAB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: Části pohonu strojů*. 1. vydání VŠB-TU Ostrava, 2007, 91s. ISBN 978-80-248-1860-3
DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení I. Spojovací části strojů. Návrh. Výpočet. Konstrukce*. Montanex a.s. Ostrava, 2000, ISBN 80-7225-018-3
MORAVEC, V., HAVLÍK, J.: *Výpočet a konstrukce strojních dílů*. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0878-1
NĚMČEK, M.: *Řešené příklady ČaMS Spoje*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8
LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. 1. vydání. Úvaly: Albra-pedagogické nakladatelství, 2003, ISBN 80-86490-74-2

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Kubín, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012
Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Michal Polášek

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Vlčovice 97

Kopřivnice 742 21

Anotace diplomové práce

POLÁŠEK, M. *Konstrukční návrh skládací kotoučové pily: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2013, 48s. Vedoucí práce: Kubín T.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem kotoučové pily. Cílem práce je navrhnout stolní kotoučovou pilu sloužící pro domácí použití, s možností řezání palivového dřeva v kolébce nebo na pracovním stole. V úvodu bakalářské práce je uvedeno srovnání vyráběných kotoučových pil s hlavními parametry. Dále práce obsahuje řešení hlavních částí kotoučové pily jako například elektromotor, výpočet řezné síly pilového kotouče, stanovení počtu řemenů a jiné. V příloze bakalářské práce je dodán výkres soustavy kotoučové pily, výkres svařence a výrobní výkresy vybraných dílů.

Anotation of the Bachelor's work

POLÁŠEK, M. *Mechanical Design of a Folding Circular Saw: Bachelor's Thesis*. Strava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering. Department of Production Machines and Design, 2013, 48s. Thesis head: Kubín T.

The Bachelor's Thesis deals with the construction design of a circular saw. The purpose of this thesis is to design a circular saw for domestic use, with the possibility for cutting firewood in either its cradle or on its working desk. At the beginning of this thesis, there is a comparison of industrially produced circular saws, along with their main features. The next section includes the circular saw's main parts. For example, it includes its' electric engine, its' calculation of the saw disc cutting force, and its' assessment of belts number, which also includes useful details. Also included are the drawings of the Circular Saw unit, its' welded parts, and production drawings of some of the parts.

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomáši Kubínovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a ochotu při jejím vypracování.

Obsah

Seznam použitých značek a souborů.....	3
Úvod.....	6
1. Stroje a nástroje určené k řezání materiálu	7
1.1. Nástroje na kov	7
1.2. Nástroje na dřevo	8
1.3. Stroje na dřevo	10
1.4. Porovnání technických parametrů kotoučových pil.....	16
2. Konstrukční návrh a výpočet hlavních částí	17
2.1. Volba pohonu.....	17
2.2. Návrh převodu	18
2.3. Volba řezného kotouče	20
2.4. Výpočet kroutících momentů.....	22
2.5. Výpočet skutečného převodového poměru i_{SK}	22
2.6. Výpočet řezné síly na obvodu kotouče F_r	23
2.7. Výpočet počtu řemenů	28
3. Uvedení do provozu	33
3.1. Manipulace s pilou.....	35
3.2. Polohy kotoučové pily	36
3.3. Kolébka.....	40
3.4. Návrh ochranného krytu kotouče.....	41
3.5. Výměna pilového kotouče	42
3.6. Údržba kotoučové pily.....	43
4. Závěr	44
Seznam použité literatury a zdrojů.....	45
Seznam příloh.....	46

Seznam použitých značek a souborů

A	Osová vzdálenost	[mm]
A'	Předběžná osová vzdálenost	[mm]
A_{\max}	Maximální osová vzdálenost řemenic	[mm]
A_{\min}	Minimální osová vzdálenost řemenic	[mm]
A_{SK}	Skutečná osová vzdálenost řemenic	[mm]
D	Průměr řezného kotouče	[mm]
F_1	Tah v tažné větvi řemene	[N]
F_2	Tah v tažené větvi řemene	[N]
F_o	Předpětí řemen	[N]
F_{OB}	Obvodová síla	[N]
$F_{\check{r}}$	Řezná síla na obvodu kotouče	[N]
$F_{\check{r}}'$	Řezná síla jednoho zubu	[N]
$F_{\check{r}s}$	Skutečná řezná síla	[N]
F_V	Výslednice tahových sil	[N]
K	Počet řemenů	[–]
L	Délka oblouku jednoho zubu	[mm]
L_p	Délka klínového řemene	[mm]
L_p'	Předběžná délka klínového řemene	[mm]
M_{K1}	Krouticí moment na hnacím hřídeli	[N·m]
M_{K2}	Krouticí moment na hnané hřídeli	[N·m]
P	Výkon elektromotoru	[W]
P_j	Jmenovitý výkon	[W]

P_r	Výkon přenášený jedním řemenem	[W]
$S_{tř}$	Plocha třísky, na kterou působí řezná síla jednoho zubu	[mm ²]
b	Tloušťka těla řezného kotouče	[mm]
b_r	Šířka řezu	[mm]
c_1	Součinitel úhlu opásání	[–]
c_2	Součinitel provozního zatížení	[–]
c_3	Součinitel délky řemen	[–]
d	Průměr upínacího otvoru řezného kotouče	[mm]
d_1	Průměr hnací řemenice	[mm]
d_2	Průměr hnané řemenice	[mm]
d_s	Průměr kulatiny dřeva	[mm]
f	Součinitel suchého tření	[–]
f_k	Součinitel tření klínové drážky	[–]
f_{max}	Maximální posuv při řezání kulatiny	[mm/s]
f_p	Předběžný doporučený posuv při řezání dřeva	[mm/s]
f_z	Posuv na zub	[mm]
i	Předběžný převodový poměr	[–]
i_{SK}	Skutečný převodový poměr	[–]
k	Bezpečnost proti prokluzu	[–]
m	Hmotnost řezného kotouče	[kg]
n_1	Otáčky elektromotoru	[ot/min]
n_2	Otáčky řezného kotouče	[ot/min]
p	Tvrdost dřeva na ploše při vlhkosti	[MPa]

v	obvodová rychlost pro průměr hnací řemenice	[m/s]
v_1	Obvodová rychlost velké řemenice	[m/s]
v_2	Obvodová rychlost malé řemenice	[m/s]
v_f	Řezná rychlost kotouče	[m/s]
s_f	Skluz řemene	[–]
y	Šířka třísky	[mm]
y_0	Délka oblouku třísky	[mm]
z	Počet zubů řezného kotouče	[–]
z_s	Počet zubů v záběru za sekundu	[1/s]
z_z	Počet zubů v záběru	[–]
α	Úhel drážky řemene	[°]
α_o	Doplňkový úhel	[°]
β	Úhel opásání malé řemenice	[°]
$\hat{\beta}$	Úhel opásání malé řemenice	[rad]
γ	Úhel jednoho zubu	[°]
η_{pt}	Účinnost řemenového převodu	[–]
π	Ludolfovo číslo	[–]

Úvod

Získané surové dřevo je většinou nutné dále zpracovat k dalšímu jejímu použití. K zpracování dřeva slouží mnoho nástrojů a strojů. Při řezání můžeme získat buď špalkové dřevo určené k topení, nebo dřevo deskové, které se využívá k dalšímu zpracování. Cílem této práce je navrhnout konstrukční řešení skládací kotoučové pily k řezání dřeva. Kotoučová pila slouží k řezání jak surového dřeva, tak i deskového. Součástí kotoučové pily bude kolébka pro řezání špalků o průměru 200 mm, pracovní stůl, nastavitelné vodítko a zvolený elektromotor. Manipulace a obsluha kotoučové pily je určena pro jednu osobu. Pojezd pily bude umožněn pomocí kol a pomocných madel.

Bakalářská práce obsahuje

- Přehled výrobců kotoučových pil a jejich porovnání hlavních technických parametrů a to výkon použitých elektromotorů a maximální průřez řezaného špalku
- Řešení samotného návrhu kotoučové pily a uvedení potřebných výpočtů: počet řemenů, řezná rychlost pilového kotouče z tvrdosti dřeva špalku

1. Stroje a nástroje určené k řezání materiálu

V první kapitole chci představit všeobecný přehled strojů a nástrojů určených k řezání materiálu. Na trhu se vyskytuje velké množství variant konstrukčních řešení. V úvodu kapitoly je představeno jednotlivé rozdělení a poté představeny jednotlivé výrobky. U kotoučových pil jsou uvedeny i vybrané technické parametry, které jsou poté srovnávány.

a) Rozdělení podle principu činnosti

- Přímočaré
- Kotoučové

b) Rozdělení podle řezaného materiálu na

- Kov
- Dřevo
- Kámen
- Ostatní

1.1. Nástroje na kov

Ruční pily na kov se vždy skládají z rámu a jemnějších zubů než mají pily na dřevo. Pracovní ostří pil na kov je kalené a nebrousí se, pilové listy se vyměňují. Rámové pilky se používají v zámečnictví, instalatérství a v jemné mechanice. Lupínkové pily se používají pro jemné práce např. v hodinářství, nebo zlatnictví.



Obr. č. 1- Ruční pila na kov [9]



Obr. č. 2 - *Lupínková pila na kov* [9]

1.2. Nástroje na dřevo

Ruční pily na dřevo odebírají materiál buď v jednom směru, nebo v obou směrech. K odebírání materiálu používají přímý pilový list s různými typy zubů. Ruční pila je buď jednomužná nebo dvoumužná.



Obr. č. 3 – *Jednomužná pila oblouková* [9]



Obr. č. 4 – *Dvoumužná pila „břichatka“* [9]

Mezi ruční pily s motorovým pohonem patří řetězová pila, poháněná buď spalovacím motorem, nebo elektromotorem. Pily s elektromotorem se používají převážně u domácích

prací. Oproti tomu řetězové pily se spalovacím motorem najdou využití i u profesionálního dřevorubectví při těžbě dřeva. U řetězové pily obíhá nekonečný řetěz se zuby ve tvaru hranatých háků, které jsou otevřené buď vlevo, nebo vpravo. Řetězové pily slouží např. k pokácení a obřezání stromů. Další ruční pily s motorovým pohonem jsou přímočará pila a ruční kotoučová pila, které jsou poháněny elektromotorem.



Obr. č. 5 – Řetězová pila s elektromotorem [9]



Obr. č. 6 – Řetězová pila se spalovacím motorem [10]

Ruční kotoučové pily slouží převážně k řezání málo rozměrného deskového dřeva. Jejich výhodou je malá hmotnost, malé rozměry a snadná manipulace. Některé typy ručních kotoučových pil jsou vybaveny laserovým paprskem pro přesnější vedení řezu. K nevýhodám patří malá hloubka řezu.



Obr. č. 7 – Ruční kotoučová pila Bosch GKS 55 Professional [10]

Tab. č. 1 – Technické parametry pily Bosch GKS 55 Professional [10]

Výkon motoru	1,2 kW
Volnoběžné otáčky	5200 ot/min
Průměr pilového kotouče	160 mm
Hloubka řezu při 90°	55 mm
Hloubka řezu při 45°	38 mm

1.3. Stroje na dřevo

Nejběžnější stroje na dřevo jsou kotoučové pily s ocelovým kruhovým kotoučem se zuby. Dnešní kotoučové pily jsou různých velikostí a výkonů s velkým množstvím pomocných zařízení. Např. rovinný stůl, podávací zařízení na dřevo, různá pravítka a dorazy. Dalším strojem na dřevo je pokosová pila, která se používá pro zhotovení úhlových řezů. Potom je to pásová pila, jejíž ostří se skládá z rovného, úzkého, kovového plátu neboli pásu, který je ozubený. Na rozřezávání klád se používá rámová pila, která má větší počet listů, napjatých vedle sebe, a umístěných v pohyblivém rámu. Při řezání se rám pohybuje ve svislé rovině a kláda se do řezu posouvá mechanickým vroubkovaným válcem. Rámové pily se používají při výrobě prken, fošen, latí atd..

Pokosové pily jsou vhodné pro řezání dřeva, plastů, obkladových desek i neželezných kovů. Využití najdou převážně u truhlářských a tesařských prací. Výhodou je naklopení rezného kotouče, a tudíž řezání pod určitými úhly.



Obr. č. 8 – Pokosová pila Bosch PCM 7 [10]

Tab. č. 2 – Technické parametry pily Bosch PCM 7 [10]

Výkon motoru	1,1 kW
Volnoběžné otáčky	4800 ot/min
Průměr pilového kotouče	190 mm
Hloubka řezu při 90°	50 mm
Hloubka řezu při 45°	34 mm

Formátovací pila je vhodná pro jakoukoliv truhlářskou práci. Tyto pily najdou využití převážně u profesionálního zpracování dřeva. Slouží pro řezání deskového a masivního materiálu. Formátovací pily jsou většinou z ocelové nebo slitinové konstrukce. Stůl je vybaven mnoha užitečnými zařízeními. Např. posuvná vodící pravítka, zařízení pro nastavení úhlu, odsávání a bezpečnostní prvky.



Obr. č. 9 – Formátovací pila Rojek PF 400 S [12]

Tab. č. 3 – Technické parametry pily Rojek PF 400 S [12]

Výkon motoru	4 kW
Otáčky pilového kotouče	4450 ot/min
Průměr pilového kotouče	400 mm
Max. výška řezu při 90°	130 mm
Max. výška řezu při 45°	90 mm

Stolní kotoučové pily slouží jak k řezání surového kulatinového dřeva, tak k řezání deskového dřeva. A to příčně nebo podélně. Řezání probíhá na pracovním stole, který může být na pevno, nebo posuvný. Pilový kotouč je roztáčen vhodným elektromotorem. Rotační pohyb je nejčastěji přenášen pomocí řemene, nebo přímo s ochranou brzdou pilového kotouče.



Obr. č. 10 – Stolní kotoučová pila Güde GTKS 2200 PRO [13]

Tab. č. 4 – Technické parametry Pily Güde GTKS 2200 PRO [13]

Výkon motoru	2,2 kW
Otáčky pilového kotouče	2800 ot/min
Průměr pilového kotouče	315 mm
Hloubka řezu při 90°	82 mm
Hloubka řezu při 45°	58 mm

Kolébkové pily se používají pro řezání silných kulatin nebo trámů.

Kolébkové pily jsou vyráběny:

- S přímým pohonem
- S řemenovým pohonem

Výhodou kolébkových pil s přímým pohonem je, že nedochází ke ztrátám vlivem převodu. Nevýhodou je nebezpečí vymrštění řezaného materiálu při nárazu na tvrdý materiál např. hřebík. Proto musí mít kolébkové pily vybaveny brzdou pilového kotouče.



Obr. č. 11 – Kolébková pila s přímým pohonem Güde GWS 500 HM [11]

Tab. č. 5 – Technické parametry pily Güde GWS 500 HM [11]

Výkon motoru	2,2 kW
Volnoběžné otáčky	1400 ot/min
Průměr pilového kotouče	505 mm
Maximální průřez kulatiny	170 mm

Výhodou kolébkových pil s řemenovým pohonem je prokluzu řemene, pokud' dojde při řezání k narazení pilového kotouče na tvrdý materiál např. hřebík. Díky tomu můžeme řezaný materiál vytáhnout, případně vypnout motor. Konstrukčně je umístění motoru řešeno tak, že se motor nachází pod hřídelem kotouče, což umožňuje maximální hloubku řezu.



Obr. č. 12 – Kolébková pila s řemenovým pohonem Scheppach kw 7 [14]

Tab. č. 6 – Technické parametry pily Scheppach kw 7 [14]

Výkon motoru	4 kW
Otáčky pilového kotouče	1400 ot/min
Průměr pilového kotouče	700 mm
Maximální průměr kulatiny	270 mm



Obr. č. 13 – Kolébková pila se sklápěcím stolem Scheppach kw 70m [14]

Tab. č. 7 – Technické parametry pily Scheppach kw 70m [14]

Výkon motoru	4 kW
Otáčky pilového kotouče	1400 ot/min
Průměr pilového kotouče	700 mm
Maximální průměr kulatiny	250 mm

1.4. Porovnání technických parametrů kotoučových pil

K porovnání jednotlivých kotoučových pil jsem vybral tyto základní parametry: výkon motoru, průměr pilového kotouče a maximální průměr řezané kulatiny při 90°.

Tab.č. 8 – Přehled technických parametrů kotoučových pil

Typ pily	Výkon motoru [kW]	Ø pilového kotouče [mm]	Max. Ø řezané kulatiny [mm]
Bosch GKS 55 Professional	1,2	160	55
Bosch PCM7	1,1	190	50
Rojek PF 400 S	4	400	130
Güde GTKS 220 PRO	2,2	315	82
Güde GWS 500 HM	2.2	505	170
Scheppach kw 7	4	700	270
Scheppach kw 70m	4	700	250

2. Konstrukční návrh a výpočet hlavních částí

Při celkové konstrukci kotoučové pily jsem se nechal inspirovat již používanými pilami a využil jsem informace získané z kapitoly rešerže. A to především při volbě pohonu a konstrukčního řešení pracovního stolu spolu s kolébkou.

Konstrukce rámu je řešena trubkami čtvercového profilu - jekly. Přenos výkonu elektromotoru na hnací hřídel zajišťují dva úzké klínové řemeny typu SPZ 900. Výpočet a řešení řemenů je v kapitole 3.

Pracovní stůl je možné umístit do tří základních poloh. Při první je stůl ve vodorovné poloze a pila je určena k řezání na pracovním stole. Druhá poloha slouží pro řezání dřeva na kolébce. Poslední poloha, při úplném odklopení stolu, umožňuje výměnu pilového kotouče. Jednotlivé polohy, aby nedošlo k nechtěné změně polohy stolu, zajišťuje polohovadlo s křídlovým šroubem

Ovládání kotoučové pily zajišťuje tlačítko vypínače, které je umístěno ze strany pod pracovním stolem. K manipulaci kotoučové pily slouží dvě kolečka a páky pro uchopení a snadnější tlačení pily.

2.1. Volba pohonu

Podle již zkonstruovaných stolních kotoučových pil a s ohledem na požadavky na mnou navrhovanou kotoučovou pilu je volen pohon firmy Siemens s označením 1LA7 107 – 4AA 60. Jedná se o trojfázový, čtyřpólový, patkový asynchronní motor.[15]

Číslice 6 označuje napětí 400/690V

Číslice 0 označuje tvar motoru IM B3

Tab.č. 9 - *Technické parametry elektromotoru 1AL7 107 – 4AA 60* [15]

Typ	1AL7
Výkon	3 kW
Otáčky	1420 min ⁻¹
Osová výška	100 mm
Napětí	400/690V
Materiál kostry	Hliník
Hmotnost	24,5 kg



Obr. č. 14 – *Elektromotor Siemens 1L77 107 – 4AA60* [15]

2.2. Návrh převodu

Typy použitelných převodů

Řemenový převod

Výhody: pro velké obvodové rychlosti, nízká pořizovací cena, tichý chod, zachycuje chvění a rázy, zabezpečení motoru proti přetížení díky prokluzu

Nevýhody: citlivý na teplotu a nečistoty, nižší účinnost (0,9), dochází k prodlužování řemene

Řetězový převod

Výhody: dlouhá životnost, vysoká účinnost (0,98), snadná montáž i výměna, stálý převod

Nevýhody: hlučnost, opotřebovávání čepu, nedostatečné zabezpečení motoru proti přetížení, jelikož nedochází k prokluzu

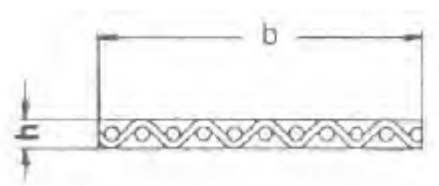
Je volen řemenový převod z důvodu nutnosti zabezpečení motoru proti přetížení.

Volba řemenu

Typy řemenů

Ploché a kruhový

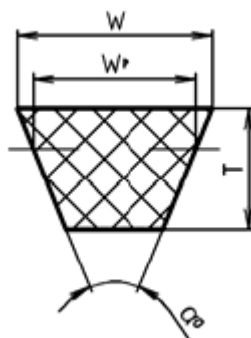
Používá se pro přenos menších výkonů.



Obr. č. 15 – *Ploché řemen* [3]

Klínový řemen klasického průřezu

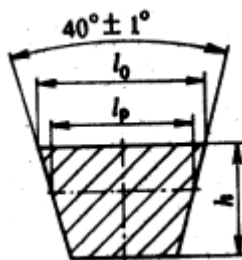
Přenáší větší zatížení, protože má větší přilnavost k řemenici.



Obr.č. 16 – *Průřez klínového řemene* [2]

Klínový řemen úzkého průřezu pro průmyslové použití

Tento řemen má o 50 až 100 % větší výkon než řemen klasického průřezu

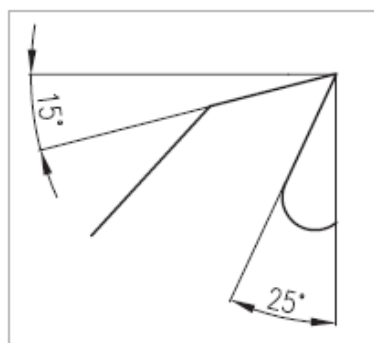


Obr. č. 17 – Průřez úzkého klínového řemene [2]

Z důvodu lepších vlastností je volen klínový řemen úzkého průřezu typu SPZ.

2.3. Volba řezného kotouče

Řezný kotouč používaný na dřevo je tvaru kruhového s několika řeznými zuby po obvodu. Na konstruovanou stolní kotoučovou pilu je volen řezný kotouč z uhlíkové nástrojové oceli firmy Pilana. Typ kotouče je 5310 – 56KV25° o průměru kotouče 600 mm.



Obr. č. 18 – Řezný kotouč 5310 – 56KV20° [17]

Tab. č. 10 – Parametry řezného kotouče [17]

Průměr kotouče	$D = 600mm$
Tloušťka těla	$b = 3,5mm$
Průměr upínacího otvoru	$d = 30mm$
Počet zubů	$z = 56$
Hmotnost	$m = 7,1kg$

Charakteristika kotouče

- Pilový kotouč s vlčím ozubením
- Pozitivní úhel čela 25°
- Na příčné i podélné řezání měkkého i tvrdého dřeva
- Maximální rozvod je 1/3 tloušťky kotouče na každou stranu
- Materiál je uhlíková nástrojová ocel 75Cr (DIN 1.2003)

Výpočet otáček řezného kotouče n_2

$$n_2 = \frac{60 \cdot v_f \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 80}{\pi \cdot 600} = 2546,479 \text{ ot/min} \cong 2547 \text{ ot/min} \quad (1)$$

$$n_2 = 2547 \text{ ot/min}$$

v_f – řezná rychlost kotouče

D – průměr řezného kotouče

Tloušťka pilového kotouče do 3 mm $\rightarrow v_f = 60 \text{ m/s}$

Tloušťka pilového kotouče nad 3 mm $\rightarrow v_f = 80 \text{ m/s}$

Šířka kotouče typu Pilan 5310 – 56KV 25° je $b = 3,5 \text{ mm} \rightarrow$ je volena řezná rychlost kotouče $v_f = 80 \text{ m/s}$

2.4. Výpočet kroutících momentů

Kroutící moment na hnacím hřídeli M_{K1}

K výpočtu kroutícího momentu na hnacím hřídeli motoru využijeme výkon elektromotoru a jeho otáčky.

$$M_{K1} = \frac{P}{\omega_1} = \frac{P}{\frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60}} = \frac{30 \cdot P}{\pi \cdot n_1} = \frac{30 \cdot 3000}{\pi \cdot 1420} = 20,175 N \cdot m \quad (2)$$

P – výkon elektromotoru

n_1 – otáčky elektromotoru

Kroutící moment na hnané hřídeli M_{K2}

$$M_{K2} = M_{K1} \cdot i_{sk} \cdot \eta_{pt} = 20,175 \cdot 0,9042 \cdot 0,9 = 16,418 N \cdot m \quad (3)$$

účinnost řemenového převodu $\eta_{pt} \approx 0,9$ dle [2]

2.5. Výpočet skutečného převodového poměru i_{SK}

Skutečný převodový poměr respektuje provozní skluz, to je natahování a zkracování řemene jeho pružností na řemenici.

Předběžný převodový poměr i

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1420}{2547} = 0,558 \quad (4)$$

Průměr velké řemenice d_1

Pro řemen typu SPZ dle [2] je rozmezí 63 mm až 100 mm. Je voleno $d_1 = 100$ mm

Výpočet průměru malé řemenice d_2

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_2 = i \cdot d_1 = 0,558 \cdot 100 = 55,752 mm \quad (5)$$

dle normalizovaných průměrů pro řemen typu SPZ je volen průměr $d_2 = 71$ mm

Výpočet obvodové rychlosti velké řemenice v_1

$$v_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{\pi \cdot 0,1 \cdot 1420}{60} = 7,435 m/s \quad (6)$$

Výpočet obvodové rychlosti malé řemenice v_2

$$v_2 = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{60} = \frac{\pi \cdot 0,071 \cdot 2547}{60} = 9,469 \text{ m/s} \quad (7)$$

Výpočet skluzu řemene s_f

$$s_f = \frac{v_2 - v_1}{v_2} = \frac{9,469 - 7,435}{9,469} = 0,2148 \quad (8)$$

Výpočet skutečného převodového poměru i_{sk}

$$i_{sk} = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - s_f)} = \frac{71}{100 \cdot (1 - 0,2148)} = 0,9042 \quad (9)$$

2.6. Výpočet řezné síly na obvodu kotouče F_f

Výpočet řezné síly kotouče provádíme, abychom zjistili, jakou silou můžeme dřevo řezat. Tento výsledek potom srovnáme s potřebnou řeznou silou k prořezání špalku o Ø 200 mm. A zjistíme, jestli síla bude dostatečná.

$$F_f = \frac{M_{K2}}{\frac{D}{2}} = \frac{2 \cdot M_{K2}}{D} = \frac{2 \cdot 16,418 \cdot 10^3}{600} = 54,727 \text{ N} \quad (10)$$

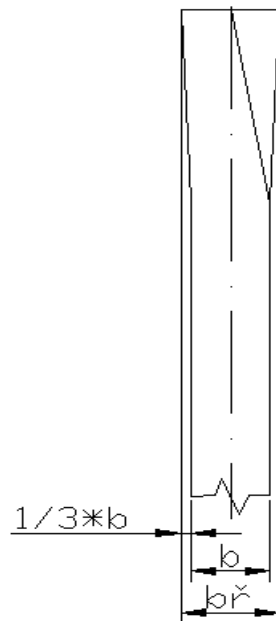
M_{K2} – krouticí moment na hnané hřídeli

D – průměr řezného kotouče

Výpočet šířky řezu b_f

U pilového kotouče Pilana je každý druhý zub nakloněn o 1/3 šířky zubu. Z důvodu bezpečnosti se počítá s šířkou kotouče s nakloněnými zuby na obě strany.

$$b_f = 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot b + b = 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3,5 + 3,5 = 5,833 \text{ mm}$$



Obr. č. 19 – Zobrazení celkové šířky řezu s vykloněnými zuby pilového kotouče

Výpočet počtu zubů v záběru z_z

Úhel jednoho zubu γ

$$\gamma = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360}{56} = 6,429^\circ \quad (11)$$

Délka oblouku jednoho zubu L

$$L = \pi \cdot D \cdot \frac{\gamma}{360^\circ} = \pi \cdot 600 \cdot \frac{6,429}{360} = 33,662 \text{ mm} \quad (12)$$

D - průměr řezného kotouče

Počet zubů v záběru z_z

$$z_z = \frac{d_s}{L} = \frac{200}{33,662} = 5,941 \text{ zubů} \quad (13)$$

Průměr špalku při použití kolébky $d_s = 200 \text{ mm}$

Počet zubů v záběru za sekundu z_s

$$z_s = n_2 \cdot z = \frac{2547}{60} \cdot 56 = 2377,2 \cdot \frac{1}{s} \quad (14)$$

Výpočet řezné síly z tvrdosti dřeva

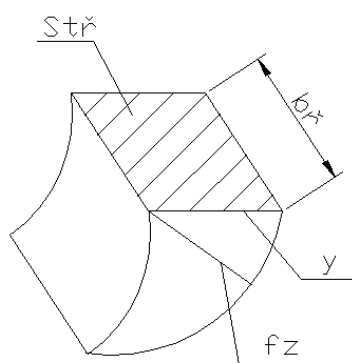
Každé dřevo má svou schopnost klást odpor proti vnikání jiného tělesa do své struktury. Čím je dřevo tvrdší, tím hůře se do něj nástrojem proniká.

Tab. č. 11 – Tvrdost dřeva podle Brinella a Jankova [16]

	Tvrdost dřeva na ploše (MPa) při vlhkosti					
Druh dřeva	čelní		radiální		tangenciální	
	12 %	> 30 %	12 %	> 30 %	12 %	> 30 %
modřín	43,5	20,5	29	13,5	29	14
borovice	28,5	13,5	24	11	25	11,5
smrk	26	12	18	8,5	18,5	8,5
akát	97	57,7	68	40,5	78	46,5
jasan	80	48	59	35	67	39,5
dub	67,5	40	56	33,5	49	29
buk	61	36,5	43,5	25,5	44,5	26,5
habr	90,5	54	77	45,5	78,5	47
lípa	26	15,5	17,5	10	18	10,5

Je voleno dřevo s největší hodnotou tvrdosti na plochu – akát, při tvrdosti na plochu $p = 97$ MPa

Plocha třísky, na kterou působí řezná síla jednoho zubu S_{tr}



Obr. č. 20 – Plocha třísky, na kterou působí jeden zub

$$S_{tr} = y \cdot b_f = 0,00421 \cdot 5,833 = 0,0245 \text{ mm}^2 \quad (15)$$

b_f – šířka řezu

y – šířka třísky

Předběžný doporučený posuv při řezání dřeva na kolébku i na stole f_p

$$f_p = 10 \text{ mm/s}$$

Posuv na zub f_z

$$f_z = \frac{f_p}{z_s} = \frac{10}{2377,2} = 0,00421 \text{ mm} \quad (16)$$

rozdíl mezi y a f_z je velmi malý, proto $f_z = y$

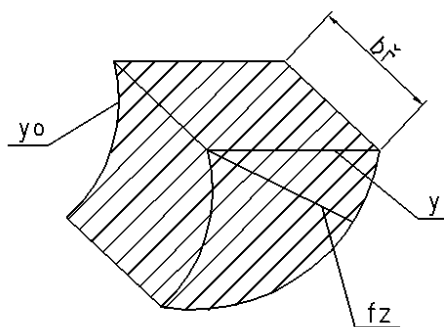
Kontrola výpočtu posuvu na jeden zub

$$f_p = 10 \text{ mm/s} = 0,01 \text{ m/s} = 0,6 \text{ m/min}$$

$$f_z = \frac{f_p \cdot 1000}{n_z \cdot z} = \frac{0,6 \cdot 1000}{2547 \cdot 56} = 0,00421 \text{ mm} \quad (17)$$

Teoretická plocha, na kterou působí řezná síla jednoho zubu

Rozdíl délky oblouku třísky y_0 a posuvu na zub f_z je nepatrný, proto $f_z = y_0$



Obr. č. 21 – Teoretická plocha třísky, na kterou působí jeden zub

$$S_{tr} = (b_f + 2 \cdot y) \cdot y_0 = (5,833 + 2 \cdot 0,00421) \cdot 0,00421 = 0,0246 \text{ mm}^2 \quad (18)$$

Dále ve výpočtu bude brána horší variant $S_{tr} = 0,0246 \text{ mm}^2$

Řezná síla jednoho zubu

$$p = \frac{F'_f}{S_{tf}} \rightarrow F'_f = p \cdot S_{tf} = 97 \cdot 0,0246 = 2,385 N \quad (19)$$

p – tvrdost dřeva, je volen akát $\rightarrow p = 97 \text{ MPa}$

Skutečná řezná síla při celkovém počtu zubů v záběru F_{fs}

$$F_{fs} = z_z \cdot F'_f = 5,941 \cdot 2,385 = 14,167 N \quad (20)$$

z_z – počet zubů v záběru

$$F_{fs} \leq F_f$$

$$14,167 \leq 54,727$$

K prořezání špalku o $d_s = 200 \text{ mm}$ je zapotřebí síly $F_{fs} = 14,167 \text{ N}$. Řezná síla na kotouči je $F_f = 54,727 \text{ N} \Rightarrow$ síla je dostačující k prořezání špalku a je přibližně 3,5 x větší. Z tohoto lze stanovit max. posuv při řezání dřeva na kolébce.

Maximální posuv při řezání kulatiny o průměru 200 mm f_{pmax}

$$\begin{aligned} f_{pmax} &= f_z \cdot z_s = y \cdot z_s = \frac{S_{tf}}{b_f} \cdot z_s = \frac{p}{b_f} \cdot z_s = \frac{F'_f}{p} \cdot \frac{1}{b_f} \cdot z_s = \frac{F_f}{z_z} \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{1}{b_f} \cdot z_s = \frac{F_f}{z_z} \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{1}{b_f} \cdot z_s = \frac{F_f \cdot z_s}{z_z \cdot p \cdot b_f} = \\ &= \frac{54,727 \cdot 2377,2}{5,941 \cdot 97 \cdot 5,833} = 38,703 \text{ mm/s} \end{aligned} \quad (21)$$

b_f – šířka řezu

p – tvrdost dřeva akátu

z_z – počet zubů v záběru

z_s – počet zubů v záběru za sekundu

$$F_f = F_{fs}$$

2.7. Výpočet počtu řemenů

Pro spolehlivý přenos výkonu z elektromotoru, je nutné stanovit celkový počet řemenů

Výpočet jmenovitého výkonu P_j

$$P_j = P \cdot c_2 = 3 \cdot 1 = 3 \text{ kW} = P \quad (22)$$

c_2 – součinitel provozního zatížení [5]

lehký pohon, provozní doba do 10 h denně $\rightarrow c_2 = 1$

Výpočet délky řemene

Předběžná osová vzdálenost A'

$$A' = 1,45 \cdot (d_1 + d_2) = 1,45 \cdot (100 + 71) = 247,95 \text{ mm} \quad (23)$$

Je volena osová vzdálenost $A = 300 \text{ mm}$

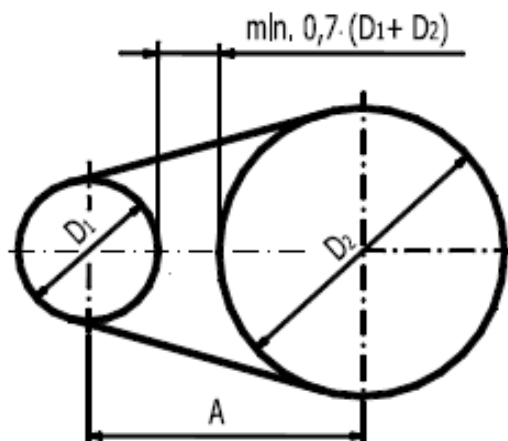
Kontrola osové vzdálenosti

$$\begin{aligned} 0,7 \cdot (d_1 + d_2) &< A < 2 \cdot (d_1 + d_2) \\ 0,7 \cdot (100 + 71) &< A < 2 \cdot (100 + 71) \end{aligned}$$

$$119,7 < A < 342 \quad (24)$$

$$119,7 < A < 342$$

$A = 300 \text{ mm} \Rightarrow$ osová délka vyhovuje



Obr. č. 22 – Osová vzdálenost řemenic [5]

Výpočet úhlu opásání malé řemenice β

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{d_1 - d_2}{2 \cdot A} \Rightarrow \beta = 2 \cdot \arccos \left(\frac{d_1 - d_2}{2 \cdot A} \right) = 2 \cdot \arccos \left(\frac{100 - 71}{2 \cdot 300} \right) = 174,459^\circ \quad (25)$$

Výpočet součinitele úhlu opásání c_1 dle [2]

$$\frac{d_1 - d_2}{A} = \frac{100 - 71}{300} = 0,0967$$

$$\beta = 174,459^\circ \quad (26)$$

$$\Rightarrow c_1 = 0,99$$

Výkon přenášený jedním řemenem P_r dle [2]

$$n_1 = 1420 \text{ ot/min}$$

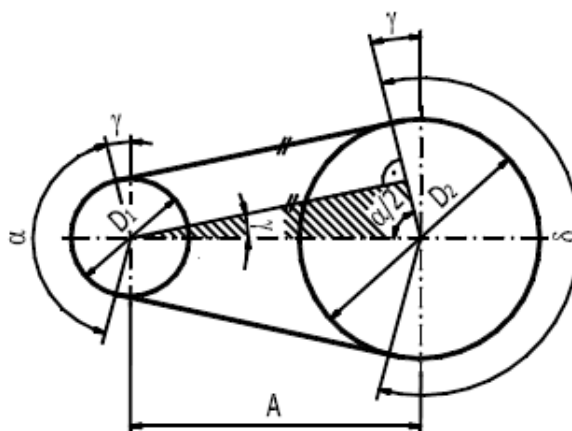
$$d_1 = 100 \text{ mm}$$

$$i_{SK} = 0,9042$$

$$\Rightarrow P_r = 2,36 \text{ kW}$$

Výpočet délky klínového řemene SPZ L_p

$$L_p' = 2 \cdot A \cdot \sin \frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{\pi \cdot \gamma}{180} \cdot (d_2 - d_1) \quad (27)$$
$$L_p' = 2 \cdot 300 \cdot \sin \frac{174,459}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (100 + 71) + \frac{\pi \cdot 2,77}{180} \cdot (100 - 71) = 869,307 \text{ mm}$$



Obr. č. 23 – Výpočet délky řemene [5]

Výpočet doplňkového úhlu α_0

$$\alpha_0 = 90 - \frac{\beta}{2} = 90 - \frac{174,459}{2} = 2,77^\circ \quad (28)$$

Volím normalizovanou délku řemene $L_p = 900 \text{ mm}$

Tab. č. 12 – Normalizované výpočtové délky L_p [5]

Průřez řemene	Výpočtové délky L_p [mm] klínového řemene
Z	400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500
A	560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000
B	800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000, 5600, 6300
C	1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000,
D	3150, 3550, 4000, 4500, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000
E	4500, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000, 18000

→ součinitel délky řemene $c_3 = 0,95$, dle [5]

Výpočet skutečné osové vzdálenosti A_{SK}

$$A_{SK} = \frac{1,04 \cdot L_p - \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) - \frac{\pi \cdot \alpha_0}{180} \cdot (d_2 - d_1)}{2 \cdot \sin \frac{\beta}{2}} = \frac{1,04 \cdot 900 - \frac{\pi}{2} (100 + 71) - \frac{\pi}{180} \cdot (71 - 100)}{2 \cdot \sin \frac{174,459}{2}} = \quad (29)$$

$$A_{SK} = 334,341 \text{ mm}$$

$$A_{SK} \cong 340 \text{ mm}$$

Hodnota 1,04 nám představuje 4 % zvětšení výpočtové délky řemene v důsledku napnutí řemene.

Hodnota doplňkového úhlu α_0 je velmi malá, proto není do výpočtu zahrnuta.

Měnitelná osová vzdálenost

Pro nasazení řemene

$$A_{MIN} = A_{SK} - 0,01 \cdot L_P = 340 - 0,01 \cdot 900 = 331mm \quad (30)$$

Pro napnutí řemene

$$A_{MAX} = A_{SK} + 0,03 \cdot L_P = 340 + 0,03 \cdot 900 = 367mm \quad (31)$$

Stanovení potřebného počtu řemenů K

$$K = \frac{P \cdot c_2}{P_R \cdot c_1 \cdot c_3} \frac{3 \cdot 1}{3 \cdot 0,99 \cdot 0,88} = 1,148 \quad (32)$$

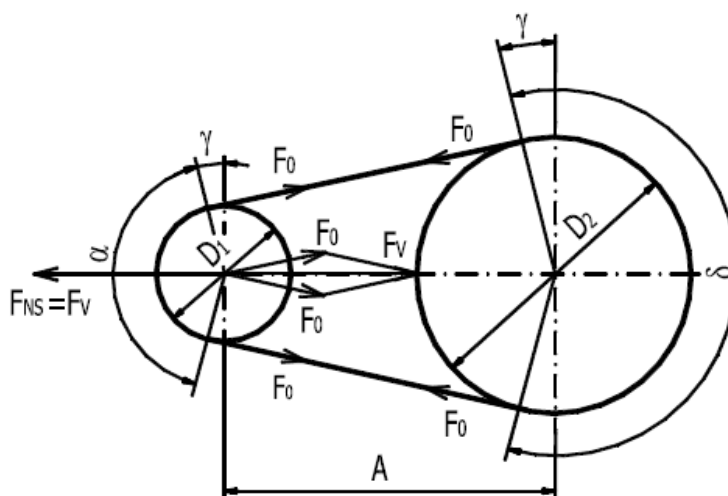
$$\rightarrow K = 2$$

Použiju 2 řemeny typu SPZ 900.

c_3 – součinitel délky řemene, je volen dle [2]

Výpočet výslednice tahových sil a předpětí řemene

Předpětí řemene je velmi důležité pro správnou a bezporuchovou funkci řemenového převodu a dosažení jeho nejdelší životnosti. Předpětí působí stejnou velikostí v obou větvích řemene.



Obr. č. 24 – Působení sil v řemenu [5]

Výpočet obvodové rychlosti pro průměr hnací řemenice d_1

$$v_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} = \frac{\pi \cdot 0,1 \cdot 1420}{60} = 7,435 \text{ m/s} \quad (33)$$

Přenášená obvodová síla F_{OB}

$$F_{OB} = \frac{2 \cdot M_{K1}}{d_1} = \frac{P}{v} = \frac{3000}{7,435} = 403,497 \text{ N} \quad (34)$$

Výpočet základních tahů F_1, F_2 v řemenu

Ze závislosti $F = F_1 - F_2$ a Eulerova vztahu pro vláknové tření vychází vztahy pro tahy ve větvích řemene:

$$F_1 = F_{OB} \frac{e^{f_k \cdot \hat{\beta}}}{e^{f_k \cdot \hat{\beta}} - 1} \quad (35)$$

$$F_2 = F_{OB} \frac{1}{e^{f_k \cdot \hat{\beta}} - 1} \quad (36)$$

Přepočet úhlu opásání malé řemenice

$$\hat{\beta} = \beta \cdot \frac{\pi}{180} = 174,459 \cdot \frac{\pi}{180} = 3,045 \text{ rad} \quad (37)$$

Součinitel tření klínové drážky f_k

$$f_k = \frac{f}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,439}{\sin \frac{38}{2}} = 1,349 \quad (38)$$

α – úhel drážky řemene, dle [5] $\rightarrow \alpha = 38^\circ$

f – součinitel suchého tření u nezaběhnutého řemene, dle [5] \rightarrow pro pryžový řemen

$f = 0,35$

Výpočet síly v tažné větvi F_1

$$F_1 = F_{OB} \frac{e^{f_k \cdot \hat{\beta}}}{e^{f_k \cdot \hat{\beta}} - 1} = 403,497 \cdot \frac{e^{1,3493,045}}{e^{1,3493,045} - 1} = 410,244 \text{ N}$$

Výpočet síly v tažené větvi F_2

$$F_2 = F_{OB} \frac{1}{e^{\hat{f}_k \cdot \hat{\beta}} - 1} = 403,497 \cdot \frac{1}{e^{1,3493,045} - 1} = 6,747 N$$

Výpočet předpětí řemene F_o

$$F_o = k \cdot \frac{F_1 + F_2}{2} = 1,4 \cdot \frac{410,244 + 6,747}{2} = 291,894 N \quad (39)$$

k – bezpečnost proti prokluzu řemene, dle [] $k = (1,3 \div 1,6) \rightarrow$ volím $k = 1,4$

Výpočet výslednice tahových sil F_V

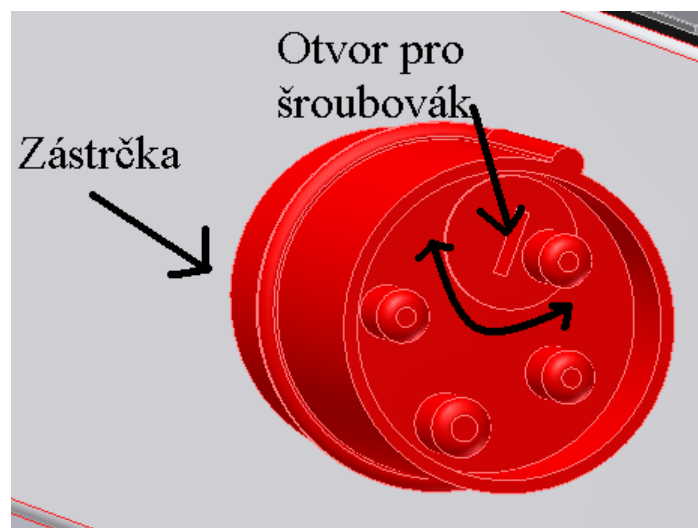
$$F_V = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos 2 \cdot \alpha_o} = \sqrt{410,244^2 + 6,747^2 + 2 \cdot 410,244 \cdot 6,747 \cdot \cos 2 \cdot 2,77}$$

$$F_V = 428,568 N \quad (40)$$

α_o – doplňkový úhel

3. Uvedení do provozu

Před každým spuštěním kotoučové pily je nutné zkontrolovat funkce ochranných a bezpečnostních prvků. Kotoučová pila je vybavena elektromotorem na 400 V. Po připojení k elektrické síti otočíme polohovací páku pro spuštění do správné polohy a sledujeme směr otáčení motoru (kotouče). Při nesprávném směru otáčení, pilu vypneme, odpojíme z elektrické sítě, a pomocí šroubováku otočíme destičku v zástrčce na správnou fázi.



Obr. č. 25 – *Měnění fází*

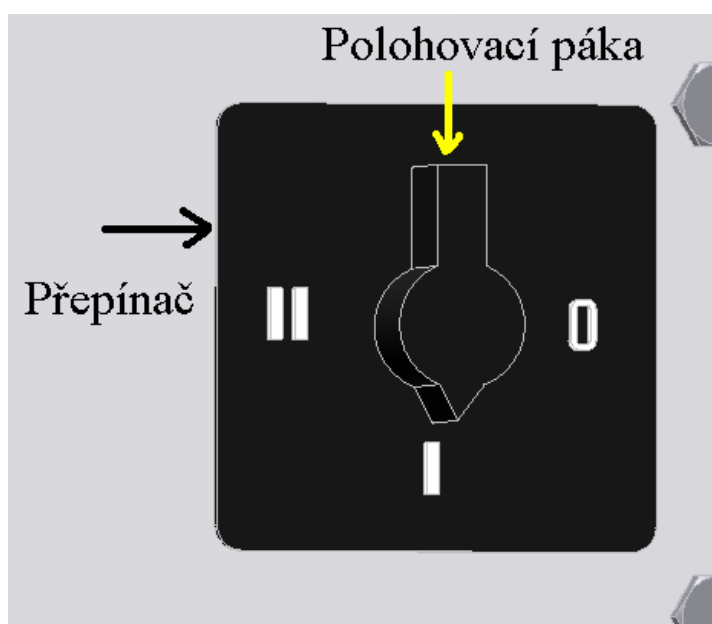
Pomocí polohovací páky nastavíme potřebnou polohu pro vypnutí nebo zapnutí pily.

Jednotlivé polohy:

0 – pila je vypnuta

I – rozběh motoru

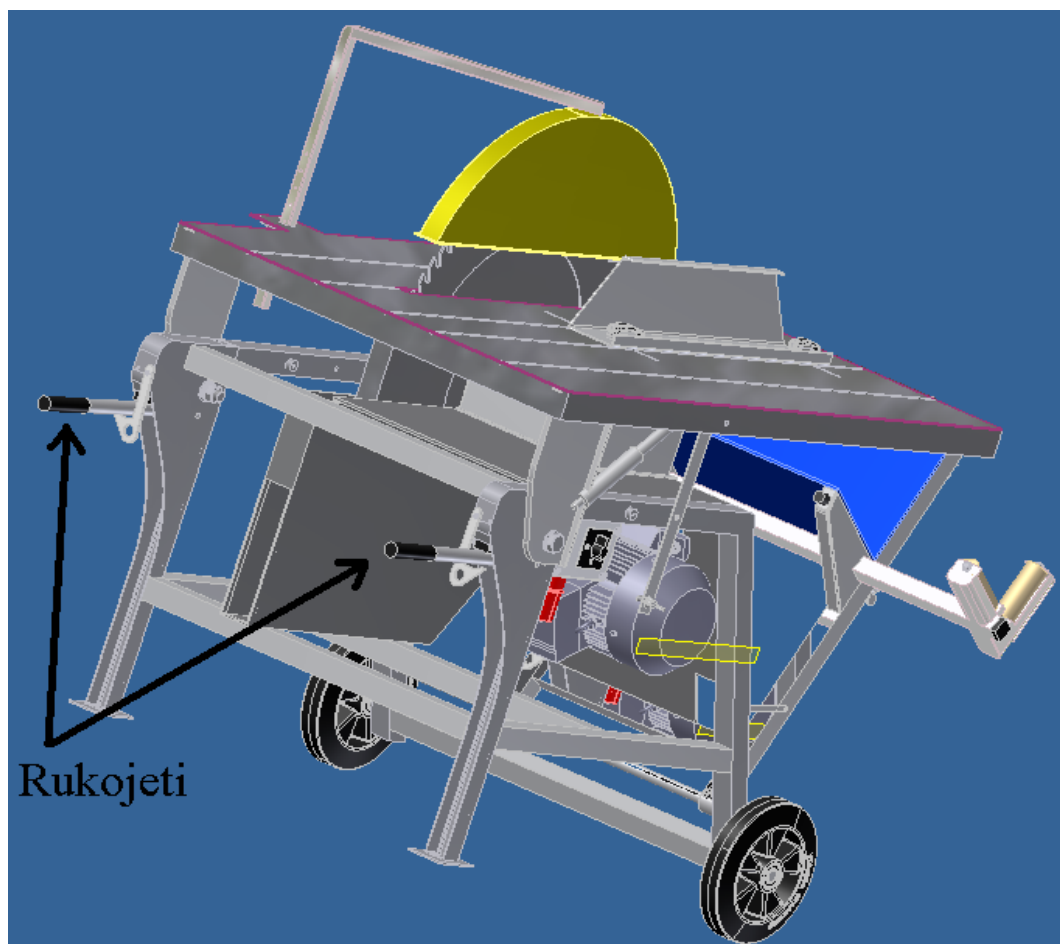
II – normální chod



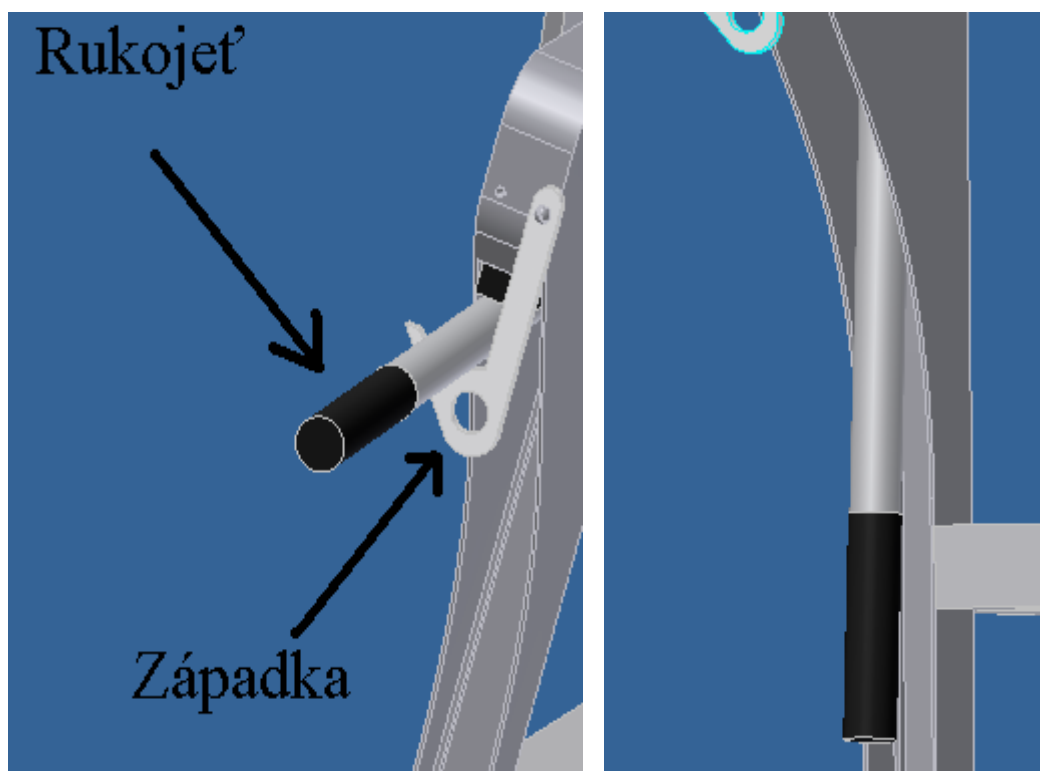
Obr. č. 26 – *Polohy přepínače*

3.1. Manipulace s pilou

Konstrukce pily je opatřena dvěma kolečky. Tyto kolečka slouží k převozu pily na kratší vzdálenosti. K tlačení pily se použijí dvě rukojeti, které jsou buď schované v konstrukci nohou, nebo ve vodorovné poloze při převozu. Konstrukce pily je navržena tak, aby převoz zvládla jedna osoba.



Obr.č. 27 – *Poloha pily pro převoz*



Obr. č. 28 – Poloha rukojeti pro převoz a poloha v klidném stavu

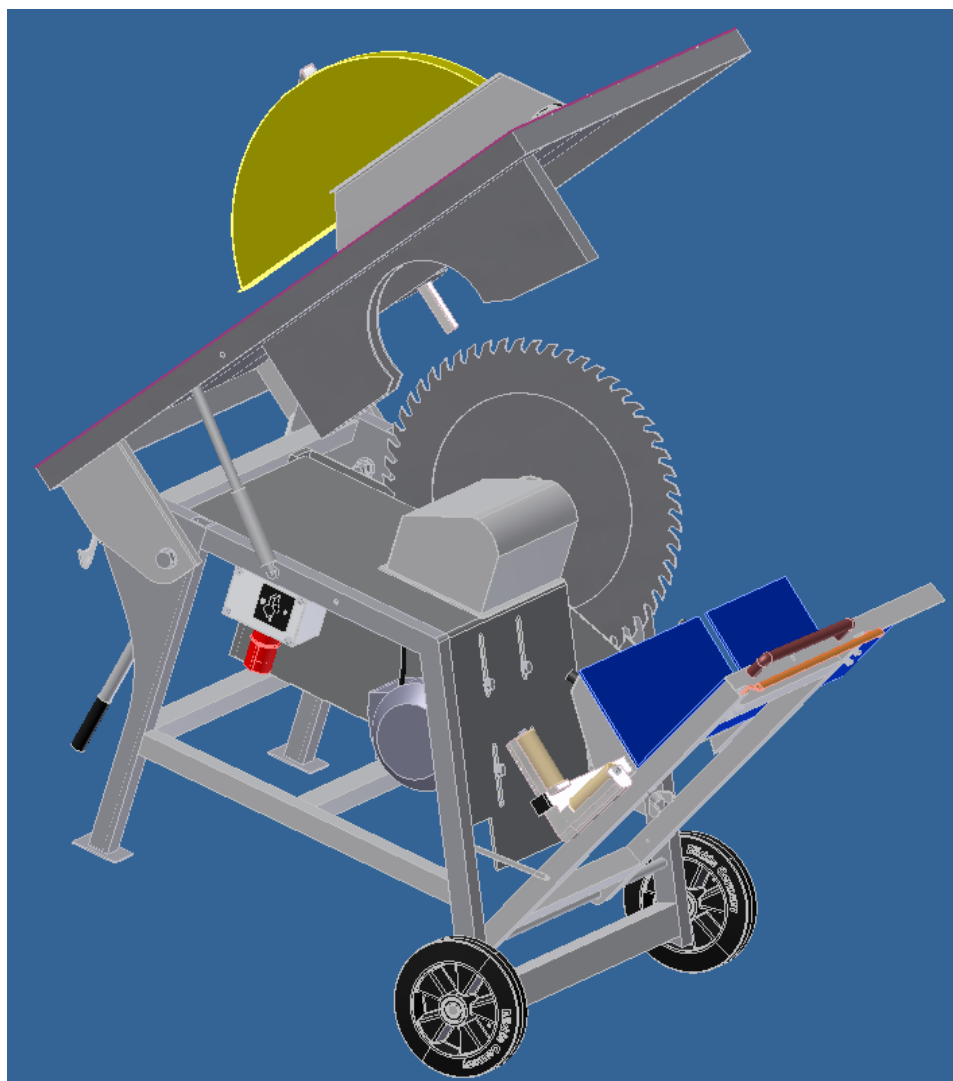
3.2. Polohy kotoučové pily

Kotoučová pila je navržena pro dva druhy řezání dřeva. Každá druh vyžaduje nastavení správné polohy pracovního stolu. Ke snadnějšímu polohování stolu slouží dva plynové písky. Pracovní stůl lze nastavit do celkově tří poloh. K zajištění bezpečnosti při řezání, to je ve dvou polohách stolu, slouží plochý plech s dvěma otvory a křídlovým šroubem.

Polohy

a) Poloha pro výměnu pilového kotouče

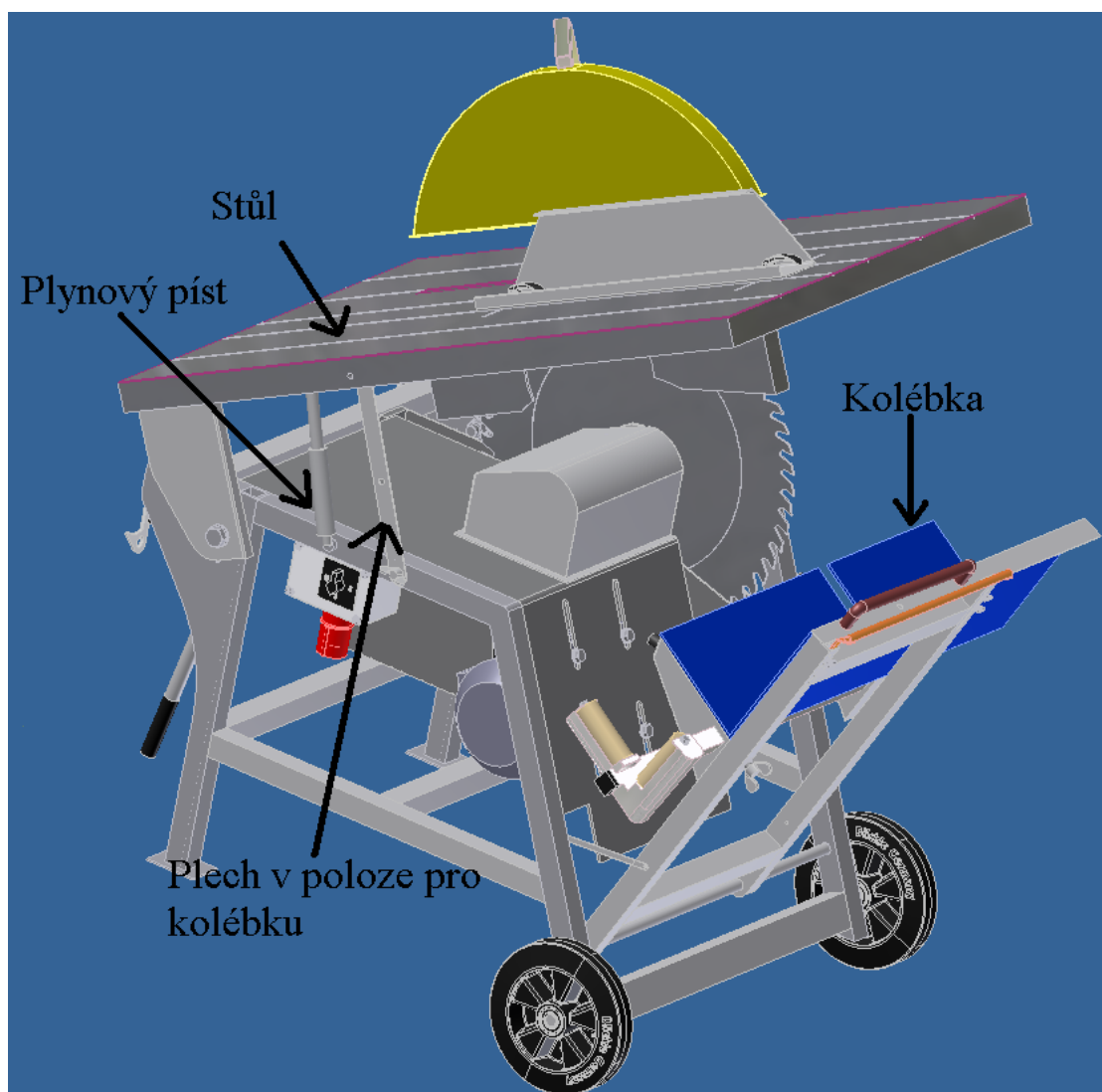
Pro snadnou dostupnost k pilovému kotouči, je nutné pracovní stůl zvednout do nejvzdálenější polohy. Podrobnější výměna pilového kotouče je uvedena v kapitole 3.2



Obr. č. 29 – *Poloha při výměně pilového kotouče*

b) Poloha při řezání za použití kolébky

Při řezání kolébkou je pracovní stůl v prostřední poloze a před řezáním musí být z bezpečnostních důvodů zajištěn křídlový šroubem. A to z důvodu možnosti změny polohy stolu při nechtěném dotyku stolu.



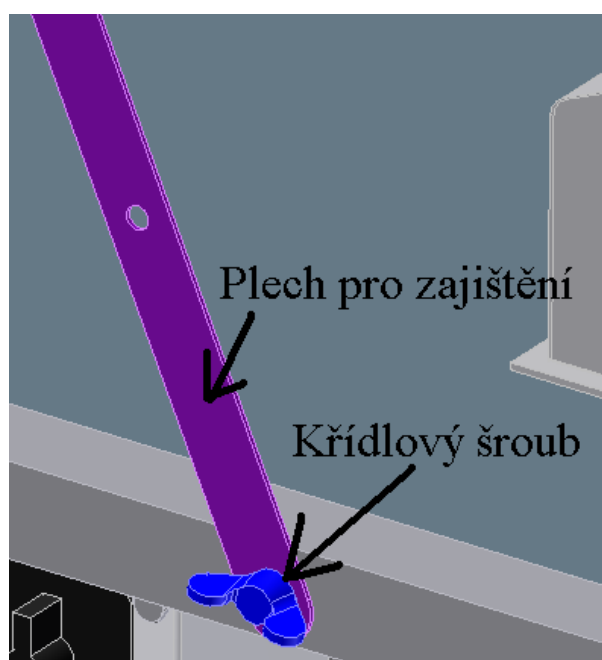
Obr. č. 30 – *Poloha při řezání kolébkou*

c) Poloha při řezání na pracovním stole

Pracovní stůl při řezání musí být ve vodorovné poloze. Stůl je zajištěn křídlovým šroubem, aby nedošlo k jeho nadzvednutí. Kolébka je sklopena směrem dovnitř konstrukce, aby při řezání nezavázela, a byla tak zajištěna bezpečnost práce. Při řezání na pracovním stole je možné využít nastavitelné vodítko pro snadnější přesné řezání.



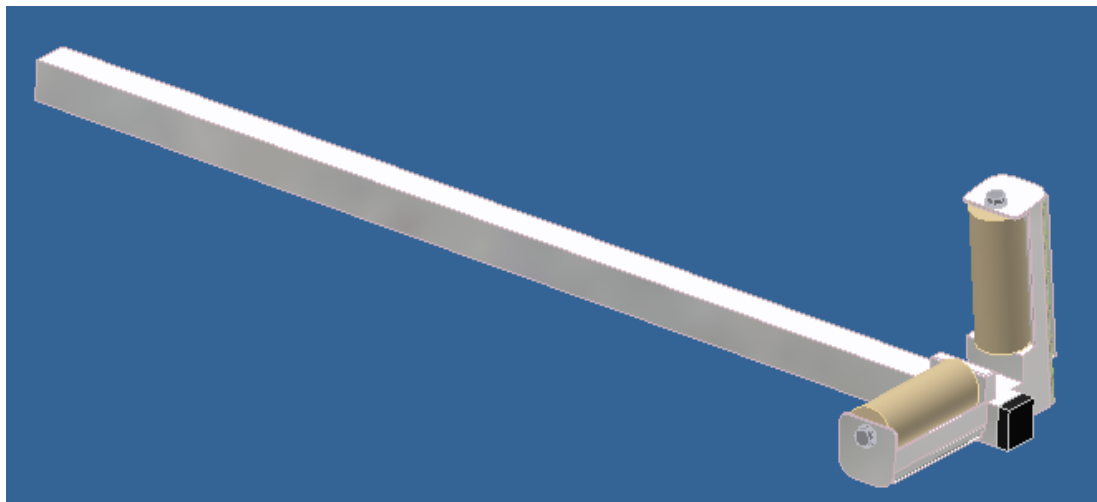
Obr. č. 31 – Poloha při řezání na pracovním stole



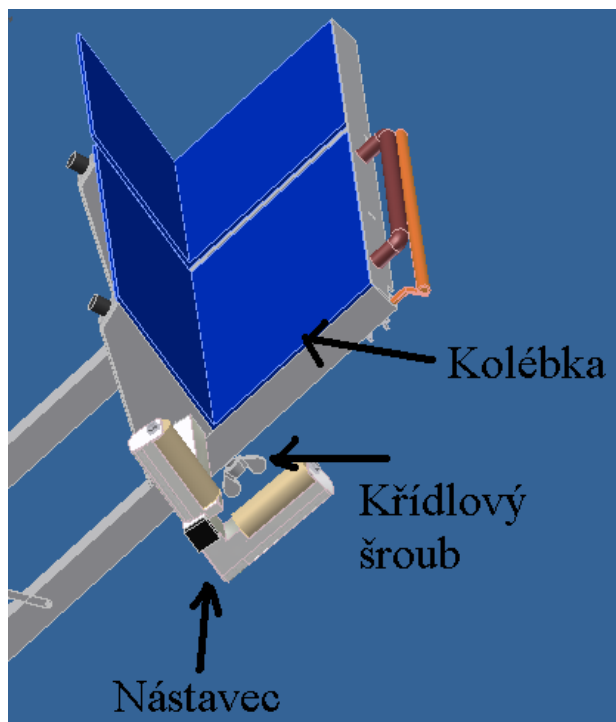
Obr. č. 32 – Zajištění polohy

3.3. Kolébka

Kolébka slouží pro rychlé řezání surového dřeva. Ve výpočtu je zjištěno, že je možné na kolébce řezat špalek dřeva o průměru 200 mm. Do kolébky se vloží kus dřeva a pomocí držadla na kolébce se dřevo přisune k pilovému kotouči a prořeže se. Kolébku je možné rozšířit o nástavec. Tím se kolébka prodlouží a je možné řezat kusy dřeva delších rozměrů. Tento nástavec je na konci opatřen dvěma válečky, aby posun dřeva byl snadnější. Poloha nástavce se zajistí pomocí křídlového šroubu.



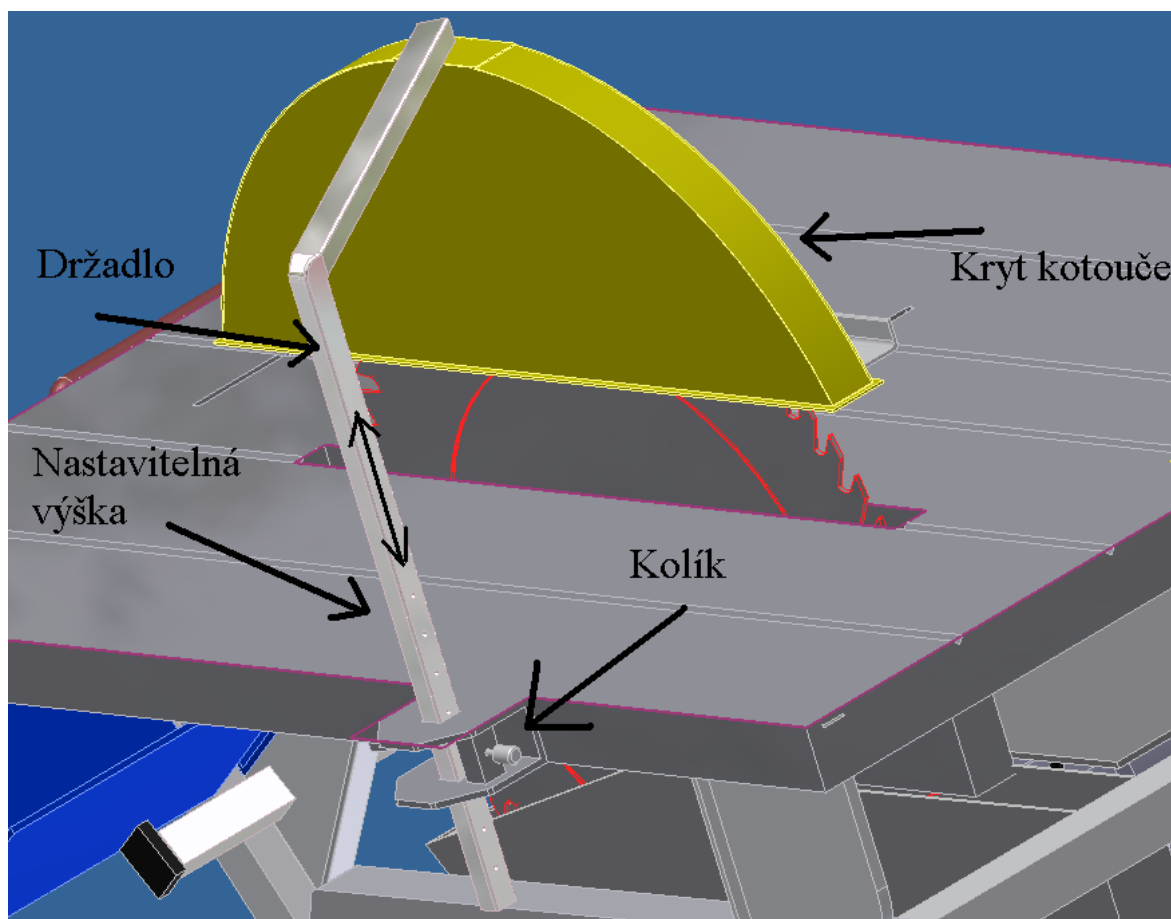
Obr. č. 33 – Nástavec pro prodloužení kolébky



Obr. č. 34 – Kolébka rozšířena o nástavec

3.4. Návrh ochranného krytu kotouče

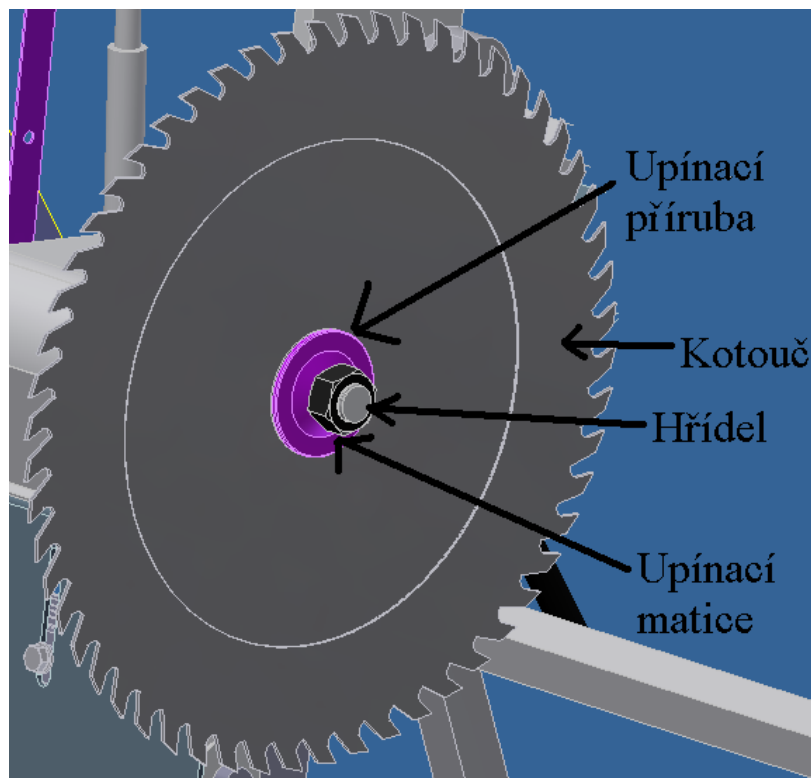
Nezbytnou součástí stolní pily, při řezání dřeva na pracovním stole, je nutnost použití ochranného krytu pilového kotouče. Kryt je navržen z plechu o tloušťce 2 mm. Kryt je možné nastavit do požadované výšky nad pracovní stůl, podle výšky řezaného dřeva. Nastavení výšky je zajištěno pomocí kolíku, který lze zasunout do libovolné polohy držadla krytu. Kryt je možné úplně posunout na pracovní stůl.



Obr. č. 35 – *Nastavení polohy krytu pilového kotouče*

3.5. Výměna pilového kotouče

Pilový kotouč je posazen na hřídel zakončenou závitem. Hřídel je uchycena mezi dvěma ložiskovými domky. Kotouč je zabezpečen upínací přírubami a utaženou upínací maticí. Matice má označení M20x2 ČSN 3128.



Obr. č. 36 – Uchycení pilového kotouče

Před výměnou pilového kotouče je nutné pilu odpojit od zdroje elektřiny. Při výměně je vhodné používat ochranné rukavice. K utažení nebo povolení matice slouží jednostranný maticový plochý klíč. Poslouží k tomu klíč DIN 849 30 mm. Tento klíč je vyroben z chrom – vanadové oceli.



Obr. č. 37 – Jednostranný klíč DIN 849 30 mm

3.6. Údržba kotoučové pily

Dlouhou životnost a spolehlivost zajistíme preventivními kontrolami celého zařízení. Před veškerými údržbářskými pracemi je nutné pilu vypnout a odpojit od zdroje elektřiny.

Údržbářské práce:

- Kontrola čistoty pohyblivých částí.
- Čištění od pilin a prachu po každém použití.
- Vhodné mazání pohyblivých částí
- Správné napnutí řemenů.
- Kontrola dotažení šroubových spojů
- Kontrola elektrických částí
- Kontrola naostření pilového kotouče.

4. Závěr

Dle zadání práce jsem navrhl kotoučovou pilu na řezání deskového dřeva na pracovním stole i surového dřeva v kolébce. Při řezání na kolébce je možné řezat průměr špalku 200 mm. V této práci jsem provedl rešerši průzkumu trhu pil a srovnání vybraných parametrů pil kotoučových. Také jsem vypracoval konstrukční návrhy a výpočty jednotlivých částí kotoučové pily a to například volbu pohonu, převodu po té následně návrh řemene a řeznou sílu navrženého pilového kotouče.

Konstrukce kotoučové pily se skládá z rámu, který je svařen z čtvercových profilů, pracovního stolu, kolébky a koleček pro snadnější převoz. Řemenový převod s řemenem SPZ 900 ČSN 02 3110, jelikož přenáší větší výkon než řemen klasického průřezu. Celkový vzhled a rozměry konstrukce a pracovního stolu vycházejí z již vyráběných kotoučových pil. Zajištění pily při samotném řezání, například brzdou, není třeba. Konstrukce obsahuje jenom dvě kolečka a dvě nohy s patkami, které zajistí stabilitu pily.

Kotoučová pila je navržena tak, aby její obsluhu zvládla jedna osoba. Převoz pily je zajištěn pomocí madel a pojízdných koleček.

V příloze je dodaná výkresová dokumentace obsahující sestavu kotoučové pily, svařenec rámu a výrobní výkres řemence.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] VAVŘÍK, I – BLECHA, C – HAMPL, J. *Výrobní stroje a zařízení* – I. Vydání. Vysoké Učení Technické v Brně: Fakulta strojního inženýrství, 2002.
- [2] LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. 1. Vydání. Úvaly: Albra-pedagogické nakladatelství, 2003, ISBN 80-86490-74-2
- [3] DRASTÍK, F., KOLEKTIV.: *Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu*. 2. Vydání. Ostrava: Montanex a.s., 1999, ISBN 80-85780-95-X
- [4] KALAB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části spojovací*. 1. Vydání VŠB-TU Ostrava, 2007, 91s. ISBN 978-80-248-1860-3
- [5] KALAB, K.: *Návrh a výpočet řemenového převodu – vysokoškolská příručka*. Ostrava 2008
- [6] THIEMEL, O.: *Okružní pila na palivové dřevo – Bakalářská práce*. Ostrava 2009
- [7] MEZISTROMY: <http://www.mezistromy.cz/cz/zpracovani-dreva/zpracovani-dreva>, *Mezistromy* [online] [cit.20-12-2012]. Dostupné z : <http://www.mezistromy.cz>
- [8] WIKIPEDIA: <http://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evo>, *Wikipedia* [online] [cit.3.2.2013]. Dostupné z : <http://cs.wikipedia.org>
- [9] WIKIPEDIA: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pila>, *Wikipedia* [online] [cit.3.2.2013]. Dostupné z : <http://cs.wikipedia.org>
- [10] RUČNÍ NÁŘADÍ [online]. 2010 [cit.24.4.2013]. Dostupné z: <http://www.rucni-naradi.cz/bosch-pcm-7>
- [11] SVARTOP [online], 2010 [cit.24.4.2013]. Dostupné z: <http://www.svartop.cz>
- [12] ROJEK [online], 2006 [cit.24.4.2013]. Dostupné z: <http://www.rojek.cz>
- [13] HOBY NÁŘADÍ [online], 2008 [cit.16.3.2013]. Dostupné z: <http://hobynaradi.cz>
- [14] GARLAND [online], 2009 [cit.18.2.2013]. Dostupné z: <http://www.garland.cz>
- [15] SIEMENS [online], 2013 [cit.20.1.2013]. Dostupné z: <http://www.siemens.com>
- [16] WOOD [online], 2010 [cit.20.1.2013]. Dostupné z: <http://wood.mendelu.cz>

[17] PILANA [online], 2006 [cit.13.4.2013]. Dostupné z: <http://www.pilana.cz>

Seznam příloh

<u>Název</u>	<u>Číslo výkresu</u>	<u>Formát</u>
Kotoučová pila	POL622-02	A0
Řemenice	POL622-22	A4
Rám	POL622-01	A1
Seznam položek	POL622-03	A4